

## **DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO TEMPORAL DE CHUVAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SOROCABA/MÉDIO TIETÊ – SP ENTRE OS ANOS 1970 A 2010.**

### **INTRODUÇÃO**

Após centenas de anos de uma relação predatória do ser humano com a natureza, têm crescido a preocupação das organizações internacionais a respeito da manutenção do meio natural e seus recursos. Um dos recursos que mais tem recebido atenção para sua manutenção é a água, elemento extremamente valioso para a vida e sua reprodução no planeta. Para além de seu papel biológico na vida humana e de toda a Terra, a água impacta diretamente no espaço geográfico, com isso cria-se uma necessidade de estudo para que haja planejamento acerca de fenômenos de cheias de rios e grandes eventos de precipitação, por exemplo. Para o desenvolvimento de diversas atividades humanas, é necessário lidarmos com um agente imprescindível da dinâmica terrestre: a chuva.

O ciclo hidrológico corresponde à principal dinâmica da hidrosfera na Terra. O percurso da água entre superfície e atmosfera, é determinante para processos que ocorrem no espaço geográfico, desde erosão, esculpindo os relevos, até enchentes nas grandes metrópoles. Em ambos, temos a precipitação atmosférica como agente principal dos acontecimentos. Por esse fato, a meteorologia e climatologia despendem muitos esforços para entender fenômenos pluviométricos.

A Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba/Médio Tietê (BHRS), possui aproximadamente 11.829 km<sup>2</sup> (SigRH-SP) e tem como principais rios: Sorocaba e Tietê. Abrangendo 35 municípios, a BHRS abastece mais de 2 milhões de pessoas e drena uma importante região econômica a oeste da capital paulista, cujo pólo é a cidade de Sorocaba.

Além de pólo urbano, há também uma concentração industrial de grande relevância para a economia estadual, com importantes indústrias de eletrônicos, extrativistas e de alimentos, além da expressiva produção da agroindústria. Esses setores têm consumo altíssimo de água em seus processos produtivos, por isso é muito importante entender o regime de chuvas que ocorrem na região. Abreu e Tonello (2015) realizaram breve análise acerca das chuvas na região, e concluíram que há um estresse hídrico, recomendando prosseguimento nas pesquisas da área para auxiliarem o planejamento e uso sustentável das águas.



Após o levantamento de todos os postos pluviométricos que comporiam o banco de dados, foi analisado qual o intervalo de tempo com o maior volume de valores coletados. Em seguida, foi determinado o intervalo histórico da análise: de 1970 a 2010.

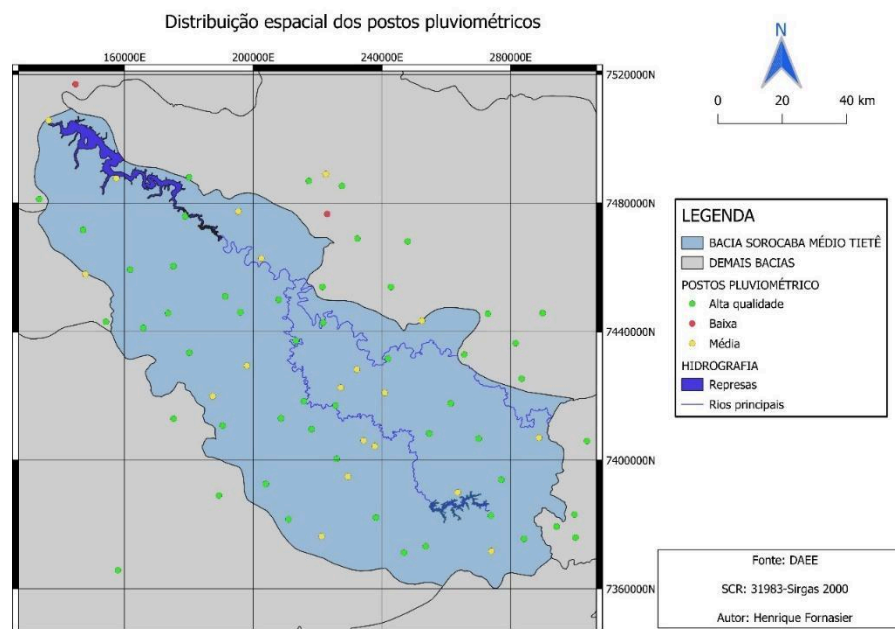


Figura 2: Distribuição espacial dos postos pluviométricos ao longo da UGRHI Sorocaba/Médio Tietê para levantamento de dados.

A consistência dos dados é de suma importância para realização de uma pesquisa, porém, como já ressaltado por Correa (2013), na base de dados da DAEE há inconsistência devido algumas coletas que obtiveram erro. O banco de dados selecionados apresentou 16% de falhas, cuja as mesmas foram preenchidas pela média aritmética considerando os dados presentes naquele posto.

Em seguida, foi utilizado o método da dupla massa para validação do banco de dados. É importante que este seja feito para comprovarmos matematicamente a consistência do banco de dados. Nesse procedimento, é usada a soma de valores de um determinado posto e comparado com as médias dos demais postos. Por fim, procurou-se identificar os anos de maior seca e maior disponibilidade hídrica na bacia. O ano de 1983 se destacou como o período mais úmido da série histórica, já 1984, o ano mais seco.

Com o estabelecimento do banco de dados, iniciou-se o processamento dos dados no software Qgis® com a utilização da krigagem para interpolar os dados de precipitação na bacia, para Câmara (2004) esse procedimento tem sido o mais adequado para interpolar dados. Com a espacialização dos dados finalizada, foram confeccionados mapas acerca da distribuição da chuva na bacia hidrográfica do Rio Sorocaba/Médio Tietê para o período de 1970 a 2010.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após realização do procedimento metodológico, foram confeccionados sete mapas acerca da espacialização de chuvas no interior da bacia: mapa da série histórica geral (Figura 3); quatro mapas acerca da distribuição sazonal das chuvas (Figura 5); e dois mapas dos anos de exceção (Figura 6), sendo 1983 o ano chuvoso e 1984 o ano seco.

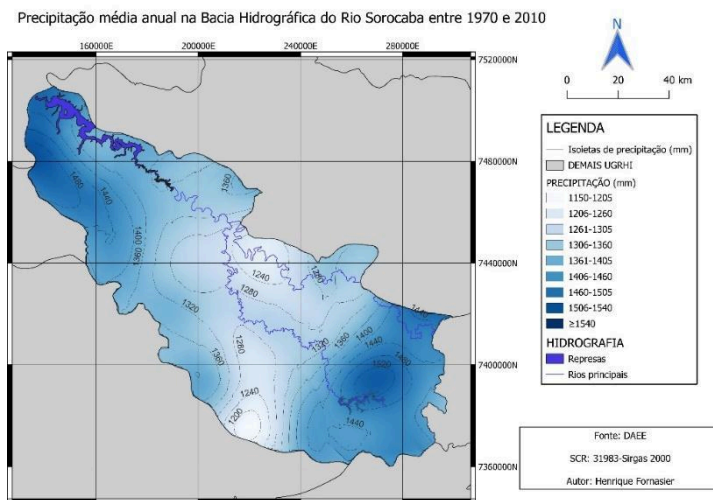


Figura 3: Espacialização da precipitação total no período de 1970 a 2010 na Bacia do Rio Sorocaba e Médio Tietê.

Após espacializado os dados da série histórica de chuvas no interior da bacia, foi possível observar maior volume de chuvas nas extremidades sudeste e noroeste, já na área central, a quantidade de água precipitada é menor, e a chuva vai aumentando gradativamente rumo a noroeste e sudeste.

É possível atribuir essa distribuição de chuvas ao relevo no interior da bacia. Na figura 4, pode-se comparar o mapa da distribuição espaço temporal das chuvas com o relevo e nota-se que há uma relação direta entre esses fatores.

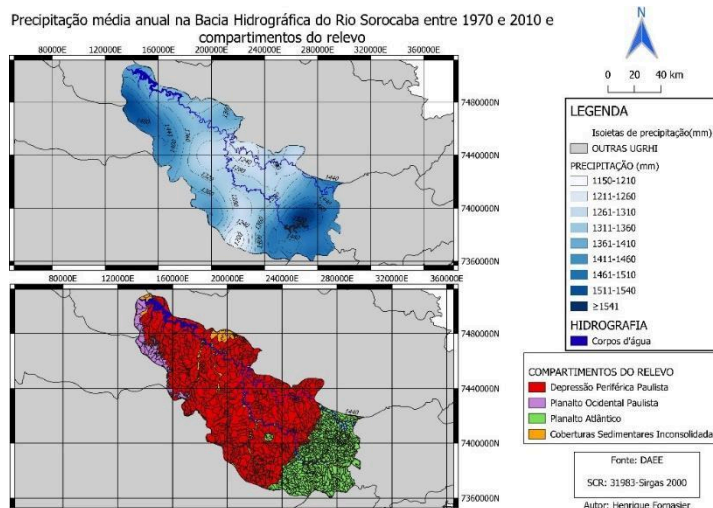


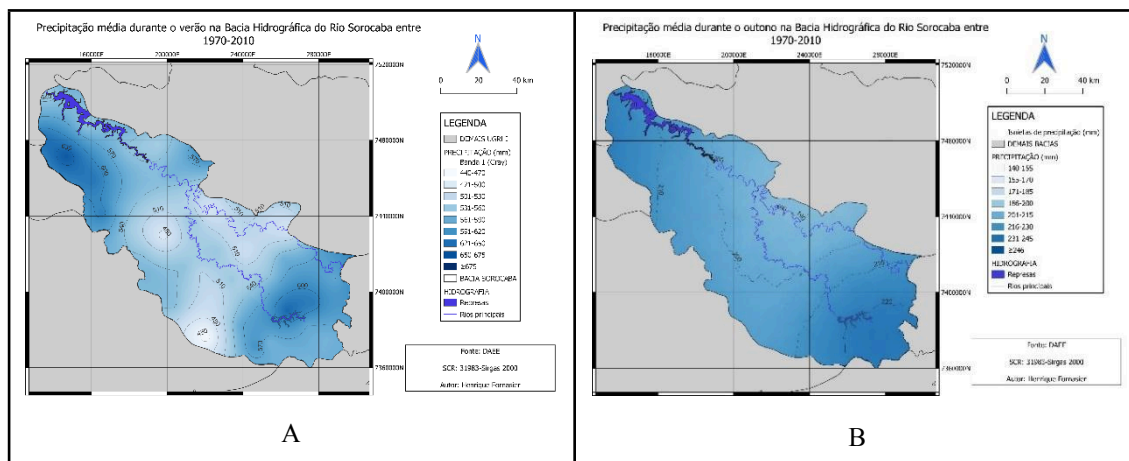
Figura 4: Mapa da série histórica de chuvas e dos compartimentos de relevo da bacia do Rio Sorocaba/Médio-Tietê.

Comparando os dois mapas, é possível observarmos que as zonas de maior ocorrência de chuva se relacionam com as regiões do planalto atlântico e planalto ocidental. Já a área que menos chove na bacia está associada à região da depressão periférica paulista. Essa relação existe e ocorre por conta da ação da orografia nas massas de ar, que com o resfriamento adiabático provocará maior precipitação nas zonas mais altas, que são as áreas dos planaltos Atlântico e Ocidental.

Além da espacialização da série histórica, também é de suma importância que seja realizada a análise da distribuição das chuvas sazonais no interior da bacia. A partir disso, é possível perceber uma distribuição bastante desigual em cada estação do ano. Além da óbvia diminuição de volume das chuvas que ocorre pela menor disponibilidade energética no outono e inverno, há uma distribuição desigual das chuvas no perímetro da bacia.

No verão, nota-se uma distribuição parecida com a da série histórica: maior volume de precipitação a noroeste e a sudeste da bacia e uma diminuição gradual rumo ao centro. Na primavera, vemos algo parecido, porém com o volume menor e uma distribuição menos uniforme. Já o outono, se destaca por sua uniformidade das chuvas em toda a bacia, com volume reduzido em aproximadamente 400 mm em relação a estação mais chuvosa. Por fim, o inverno é a estação com menor quantidade de chuvas, tendo um maior volume a sudeste da bacia e diminuindo a quantidade rumo ao norte.

A espacialização desigual das chuvas em cada estação do ano era esperada, visto a distribuição desigual de energia em cada momento do ano. Porém, pode ser importante entender as dinâmicas atmosféricas locais para que possamos compreender as razões desse contraste.



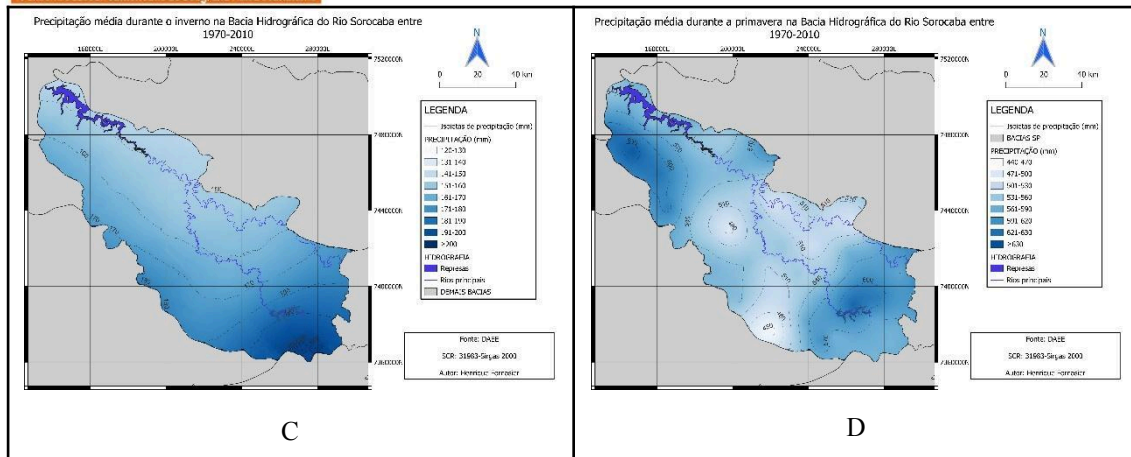


Figura 5: Distribuição das chuvas na bacia hidrográfica do Rio Sorocaba/Médio Tietê durante o verão (A), Outono (B), Inverno (C) e Primavera (D).

Historicamente, a região Sul e Sudeste do país são diretamente afetadas pelo fenômeno do El Niño (ENOS). Haraguchi e Genovez (2003) trouxeram que a década de 80 foi marcada pela presença do ENOS nos anos de 1982, 1983, 1986, 1987 e 1988. Assim, pode-se atribuir a maior quantidade de chuva no ano de 1983 a ocorrência desse fenômeno.

Silva e Melo (2021) destacaram os impactos da mudança brusca de um El Niño bastante quente para uma La Niña que ocorreu nos anos de 1983 para 1984. Essa variação brusca na temperatura das águas do pacífico provocou uma inversão dos ventos na região sudeste do Brasil, impactando na distribuição de chuvas na bacia hidrográfica Sorocaba/Médio-Tietê.

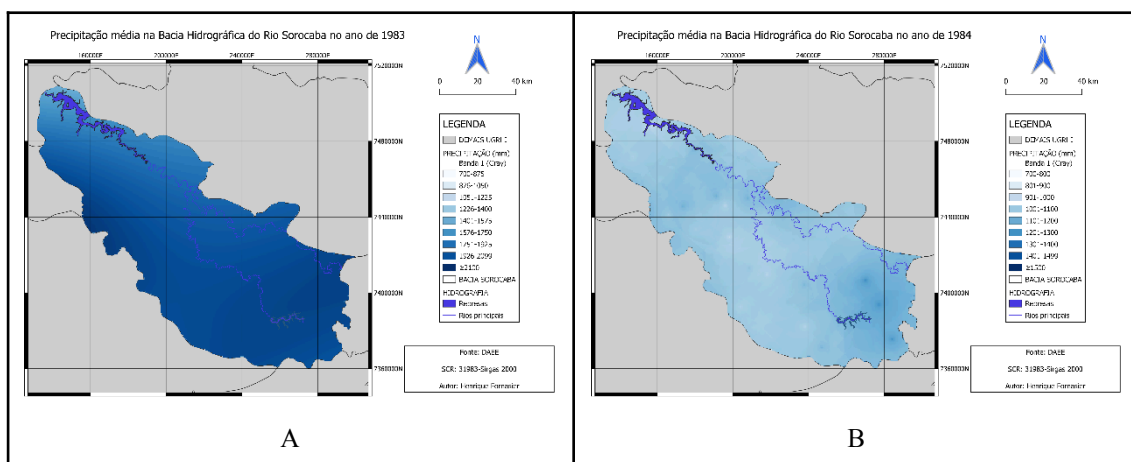


Figura 6: Distribuição das chuvas na bacia hidrográfica do Rio Sorocaba/Médio Tietê nos anos de 1983 (A) e 1984 (B).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análises da distribuição espaço temporal das chuvas na bacia do Rio Sorocaba Médio Tietê, é possível observar uma distribuição desigual durante os períodos de um ano, típica do clima tropical transicional.

Durante o período mais chuvoso do ano, temos uma média de até 600 mm de chuva, enquanto no período mais seco a média chega a no máximo 200 mm. Nas estações de transição, temos no outono uma diminuição gradual do volume pluviométrico (precipitação média de até 246 mm) até chegar no inverno e, após a estação mais seca, a quantidade de precipitação média volta a subir, chegando a quase 500 mm. Esse padrão é típico dos climas tropicais continentais.

Analisando a série histórica, podemos notar uma distribuição de grande volume pluviométrico nos extremos noroeste e sudeste, que vão gradativamente diminuindo até o centro da bacia, local de menor quantidade de chuvas. Podemos associar essa ocorrência ao relevo, que nos extremos mais chuvosos temos os planaltos Atlântico e Ocidental e ao centro da bacia a Depressão Periférica Paulista.

Por fim, é possível observar nos anos mais chuvosos e de seca como grandes fenômenos climatológicos impactam diretamente no regime de chuvas no interior da bacia. O El Niño e La Niña são eventos que impactam diretamente na circulação atmosférica e volume de chuvas em regiões do Brasil, sendo um regulador para o volume de chuva de um período na bacia do Rio Sorocaba/Médio Tietê.

## REFERÊNCIAS

ABREU, M. C.; TONELLO, K. C. **Disponibilidade e demanda hídrica na bacia do rio Sorocaba, Brasil: um alerta à gestão dos recursos hídricos.** Sociedade & Natureza, Uberlândia, v.30, n.3, p.209-232, jan./abr. 2017. ISSN 1982-4513.

SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A.F.M. **TEORIAS E APLICAÇÕES. Conceitos de Bacias Hidrográficas.** 2012. UESC.

CAMARGO, E. C. G.; FUCKS, S. D.; CÂMARA, G. **Análise superficial de superfícies.** In: FUCKS, S. D.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; CARVALHO, M. S. (Org.). *Análise espacial de dados geográficos.* Brasília: EMBRAPA, 2004. p. 42-67.

CARVALHO, J.R.P.; ASSAD, E.D.; PINTO, H.S. **Interpoladores geoestatísticos na análise da distribuição espacial da precipitação anual e de sua relação com altitude.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.47, p.1235-1242, 2012.

CINTRA, M.M. **Processos termodinâmicos e hidrodinâmicos no oceano Atlântico tropical sudoeste.** 2015. Dissertação (Mestrado em oceanografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CORREA, M.G.G; GALVANI, E. **Análise estatística da variabilidade da precipitação pluviométrica para a bacia hidrográfica do rio Piquiri-PR.** 1. ed. São Paulo,SP.: Boletim Paulista de Geografia, 2017. 1-10 p. v. 96.

CUNHA, A.M.; LANI, J.L. **Espacialização da precipitação pluvial por meio de krigagem e cokrigagem.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 48, n. 9, p. 1179-1191, set. 2013.

GALVANI, E. (Org.); LIMA, N. G. B. de (Org.). **Climatologia Aplicada: Resgate aos estudos caso.** 1. ed. Curitiba: Editora CRV, 2012. v. 1. 192 p.

GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q. **Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade.** Ambiente & Sociedade, v. 12, n. 2, p. 307–323, dez. 2009.

HARAGUCHI, M.T.; GENOVEZ, A.M. **Frequência das secas meteorológicas no estado de São Paulo.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13., 2003, Bento Gonçalves.

SANT'ANNA NETO, J. L. **A gênese da climatologia no Brasil: o despertar de uma ciência.** Geografia, R.; CLARO. n. 1, p. 5–27, 2003.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Da climatologia geográfica à geografia do clima: Gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico.** Revista da Anpege, v. 04, n. 04, p. 51–72, 2008.

SILVA, V.O.; MELLO, C.R. **Meteorological droughts in part of southeastern Brazil: Understanding the last 100 years.** An Acad Bras Cienc, v. 93, n. Suppl. 4, 2021.

VIEIRA, E.T; LEMES, M.C.R; SILVA, R.C; FISCH, G; SANTOS, M.J. **Desenvolvimento regional e a intensificação das catástrofes socionaturais: o caso do município de São Sebastião/SP.** Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 19, n. 3, p. 467-489, set.-dez. 2023.

**Palavras-chave:** Espacialização de chuvas. Monitoramento pluviométrico. UGRHI 10. Depressão Periférica Paulista. Pluviometria. Sorocaba/Médio Tietê. Precipitação sazonal. Anos de exceção. 1983 e 1984.